



TUGAS AKHIR TF 145565

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN LEVEL PADA TANKI PENAMPUNGAN MENGUNAKAN SENSOR *ULTRASONIC* PADA MINI PLANT PEMURNIAN GARAM

Alam Firmansyah Putra Wardhana
NRP 2414.031.002

Dosen Pembimbing
Ir. Tutug Dhanardono, MT
NIP. 19520613 198103 1 004

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK INSTRUMENTASI
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017



TUGAS AKHIR - TF 145565

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN
LEVEL PADA TANKI PENAMPUNGAN
MENGUNAKAN SENSOR *ULTRASONIC* PADA
MINI PLANT PEMURNIAN GARAM**

Alam Firmansyah Putra Wardhana

NRP 2414.031.002

Dosen Pembimbing

Ir. Tutug Dhanardono, MT

NIP. 19520613 198103 1 004

**DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017**



FINAL PROJECT – TF 145565

DESIGN OF LEVEL CONTROL SYSTEM IN STORAGE TANK USING ULTRASONIC SENSOR ON MINI PLANT FOR PURIFICATION OF SALT

Alam Firmansyah Putra Wardhana

NRP 2414.031.002

Supervisor

Ir. Tutug Dhanardono, MT

NIP. 19520613 198103 1 004

**DEPARTMENT OF INSTRUMENTATION ENGINEERING
FACULTY OF VOCATIONAL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017**

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN
LEVEL PADA TANKI PENAMPUNGAN
MENGUNAKAN SENSOR *ULTRASONIC* PADA
MINI PLANT PEMURNIAN GARAM**

TUGAS AKHIR

Oleh :

**Alam Firmansyah P.W
NRP. 2414 031 002**

**Surabaya, 20 Juli 2017
Mengetahui / Menyetujui**

Dosen Pembimbing



**Ir. Tutug Dhanardono, M.T
NIP. 19520613 198103 1 004**

**Kepala Departemen
Teknik Instrumentasi FV – ITS**



**Dr. Ir. Purwadi Agus D, M.Sc.
NIP. 19620822 198803 1 001**

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN
LEVEL PADA TANKI PENAMPUNGAN
MENGUNAKAN SENSOR *ULTRASONIC* PADA
MINI PLANT PEMURNIAN GARAM**

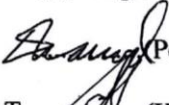
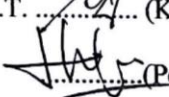
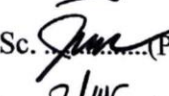


TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada
Program Studi D3 Teknik Instrumentasi
Departemen Teknik Instrumentasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Alam Firmansyah P.W
NRP. 2414 031 002

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Ir. Tutug Dhanardono, M.T.  (Pembimbing I)
2. Arief Abdurrahman, S.T., M.T.  (Ketua Tim Penguji)
3. Ir. Heri Joestiono, M.T.  (Penguji 1)
4. Dr.Ir. Purwadi Agus D, M.Sc.  (Penguji 2)
5. Herry Sufyan Hadi, S.T., M.T.  (Penguji 3)

**SURABAYA
JULI 2017**

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN LEVEL PADA TANGKI PENAMPUNGAN MENGGUNAKAN SENSOR *ULTRASONIC* PADA MINI PLANT PEMURNIAN GARAM

Nama Mahasiswa : Alam Firmansyah Putra Wardhana
NRP : 2414 031 002
Departemen : Teknik instrumen Vokasi - ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Tutug Dhanardono, MT.

Abstrak

Seiring dengan penambahan dan perkembangan industri di Indonesia, Kebutuhan garam nasional dari tahun ke tahun semakin meningkat. *Coagulant Automatic Mixing Machine Poly Aluminium Chloride* adalah inovasi alat mixing otomatis yang berfungsi sebagai upaya peningkatan kualitas garam rakyat menjadi garam industri dengan melakukan penambahan koagulan *poly aluminium chloride* yang di mixing secara otomatis dengan menggunakan prinsip kerja proses rekristalisasi. Rekristalisasi merupakan suatu pembentukan kristal kembali dari larutan atau leburan dari material yang ada. Pada tugas akhir ini dirancang alat pencampuran garam dengan air aquades dan pengendalian level air garam pada tangki penampungan. Pada penelitian tugas akhir ini menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan Atmega 8525, kemudian ditampilkan kedalam LCD 4x20. Dengan tingkat ketidakpastian adalah $\pm 0,37645189$, dengan tingkat kepercayaan 95%. Sensor ultrasonik HC-SR04 bekerja mengatur *volume* pada tangki penampungan air garam. Dengan Respon sistem kontrol saat *set point* = 12 Cm membutuhkan waktu 26,2 detik untuk mencapai *steady state*, *rise time* (Tr) 23,5 detik, *Overshoot* (Mp) 13Cm, *Settling time* (Ts) 1,6 detik dan *error steady state* 1 Cm.

Kata kunci : ultrasonik HC-SR04, *level*, garam

DESIGN OF LEVEL CONTROL SYSTEM IN STORAGE TANK USING ULTRASONIC SENSOR ON MINI PLANT FOR PURIFICATION OF SALT

Name : Alam Firmansyah Putra Waedhana
NRP : 2414031002
Departement : *Instrumentation engineering*
Supervisor : Ir. Tutug Dhanardono, MT.

Abstract

Along with the growth and development of industry in Indonesia, national salt needs from year to year increase. Coagulant Automatic Mixing Machine Poly Aluminium Chloride is an innovation automatic mixing tool that serves as an effort to improve the quality of salt into industrial salt by adding coagulant poly aluminum chloride which in mixing automatically using the working principle of recrystallization process. Recrystallization is a crystalline formation of a solution or fused from an existing material. In this final project is designed salt mixing tool with aquades water and salt level control in the storage tank. In this final assignment research using ultrasonic sensors HC-SR04 and Atmega 8525, then displayed into LCD 4x20. Dengan uncertainty level is ± 0.37645189 , with 95% confidence level. Ultrasonic sensor HC-SR04 works adjust the volume in salt water pouring tanks. With the response of the control system when set point = 12 Cm takes 26.2 seconds to reach steady state, rise time (T_r) 23.5 seconds, Overshoot (M_p) 13Cm, Settling time (T_s) 1.6 seconds and steady state error 1 Cm.

Key words : *ultrasonic HC-SR04, level, salt*

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa terpanjatkan kepada Allah SWT, sholawat serta salam tak lupa tetap tucurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Karena atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya penulis mampu untuk melaksanakan dan menyelesaikan Tugas Akhir sebagai prasyarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya, dengan judul Rancang bangun sistem pengendalian level pada tanki penampungan menggunakan sensor *ultrasonic* pada mini plant pemurnian garam

Tentunya dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua orang yang ikut membantu penulis dalam menyelesaikan penyelesaian Tugas Akhir ini. Oleh karena itu pada kesempatan berharga ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir Purwadi Agus Darwito, Msc selaku Kepala Departemen Teknik Instrumentasi FV-ITS Surabaya.
2. Prof.Dr.Ir. Sekartedjo, M.Sc selaku dosen wali yang telah memberikan pengarahan selama 6 semester dengan penuh kesabaran.
3. Arief Abdurrakhman, ST.,MT selaku dosen pembimbing plant yang senantiasa memberikan masukan dan motivasi selama pengerjaan.
4. Ir. Tutug Dhanardono, MT selaku dosen pembimbing yang telah membagikan pengalaman serta masukan.
5. Bapak ibu dosen yang telah memberikan banyak ilmu dan wawasan selama kuliah.
6. Keluarga besar, Ayah, Ibu dan adikku tersayang yang telah memberikan doa dan dukungannya.
7. Geng café (dimas, dede, haqqi, ubai, pace) yang telah memberikan hiburan dan supportnya kepada penulis
8. Rekan-rekan Garam Barokah (imam, syam, ninis) yang senantiasa berjuang sampai titik darah penghabisan

9. Rekan-rekan Tim biogas (indra, devi, layly, wahyu) yang telah bersedia meminjamkan alat – alat untuk pendukung Tugas Akhir.
10. Rekan-rekan instrumentasi 2014 dan angkatan F49.1 yang selalu memberi semangat
11. Teman-teman laboratorium instrumentasi dan control yang telah memberikan fasilitas tempat dalam pengerjaan tugas akhir
12. Sahabat zelena yang telah sama-sama berjuang dalam pengerjaan tugas akhir terutama nova yang telah membantu dalam pembuatan laporan tugas akhir ini.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 5
2.1. Garam.....	6
2.2. Teknologi Pembatan Garam.....	6
2.3. Larutan Jenuh.....	8
2.4. Mixing Proses	4
2.5. Motor DC.....	9
2.6. Pompa Air	10
2.7. Sensor <i>ultrasonic</i> HC-SR04.....	11
2.8. Relay	14
2.9. Mikrokontroler Atmega8535	16
2.10. Bahasa Pemrograman C	18
2.10.1. Pengenalan Bahasa C	18
2.10.2. Penulisan Program Bahasa C	18
2.11. <i>Code Vision</i> AVR.....	19
 BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	 21
3.1. Diagram Alir	21
3.2. Keterangan <i>Flowchart</i>	22

3.2.1. Studi Literatur.....	22
3.2.2. Perancangan Model Sistem	22
3.2.3. Pembuatan <i>Hardware</i> dan <i>Software</i>	24
3.2.4. Integrasi <i>Hardware</i> dengan kontroler.....	27
3.2.5. Uji Kestabilan Sistem.....	27
3.2.6. Menganalisa Data.....	27
3.2.7. Pengambilan Kesimpulan.....	27
3.3. Prosedur Operasional	28
BAB IV ANALISA DATA	29
4.1. Pengujian Sensor <i>Ultrasonik</i> HC-SR04	29
4.2. Perhitungan Ketidakpastian Pembacaan Alat	31
4.3. Pengambilan Data Respon Sistem	33
BAB V PENUTUP	36
5.1. Kesimpulan	36
5.2. Saran	36

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A *LIST* PEMROGRAMAN

LAMPIRAN B *DATASHEET* ATMEGA 8535

LAMPIRAN C *DATASHEET* ULTRASONIC HC-SR04

LAMPIRAN D SPESIFIKASI ALAT

LAMPIRAN E *MANUAL BOOK*

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema pembuatan Garam Tradisional	7
Gambar 2.2 Struktur Bagian Dalam Motor DC	10
Gambar 2.3 Cara Kerja Sensor Ultrasonik.....	12
Gambar 2.4 Sensor Ultrasonik HC-SR04	14
Gambar 2.5 Sistem Waktu Pada Sensor HC-SR04.....	14
Gambar 2.6 Bentuk Fisik Relay	15
Gambar 2.7 Struktur Relay	16
Gambar 2.8 Atmega8535	17
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Pengerjaan Tugas Akhir	19
Gambar 3.2 Rancangan Alat yang Akan Dibuat.....	21
Gambar 3.3 <i>Flow Diagram</i> Mini Plant Pemurnian Garam	23
Gambar 3.4 Blok Diagram pengendalian level pada tangki penampungan air garam	24
Gambar 3.5 P&ID Mini Plant Pencampuran garam dengan air	25
Gambar 3.6 <i>Software CodeVision AVR</i>	25
Gambar 4.1 Grafik Pembacaan Alat Standar dan Pembacaan Alat	30
Gambar 4.2 Grafik Respon Pada Set Point 8Cm	34
Gambar 4.3 Grafik Respon Pada Set Point 12Cm	34
Gambar 4.4 Grafik Respon Pada Set Point 14Cm	35

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Garam Berdasarkan Jenis	5
Tabel 4.1 Data pengujian alat ukur HCSR-04	27
Tabel 4.2 Perhitungan data Kalibrasi	29

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan pertambahan dan perkembangan industri di Indonesia, Kebutuhan garam nasional dari tahun ke tahun semakin meningkat. Kebutuhan garam nasional mencapai 3.61 juta ton, terdiri dari garam konsumsi sebesar 1,48 juta ton dan garam industri 2,13 juta ton data tersebut didapatkan dari Kementerian Kelautan dan Perikanan, tahun 2014. Untuk kebutuhan garam industri terdiri dari industri *Chlor Alkali Plant* (CAP) dan farmasi sebesar 1,91 juta ton, dan industri non CAP sebesar 215 ribu ton. Kebutuhan garam industri sebagian besar dipenuhi oleh pasokan impor untuk industri CAP dan non CAP sebesar 1,78 juta ton atau mencapai 83,54 persen. Artinya produksi garam industri di dalam negeri masih belum mampu memenuhi garam industri nasional. Hal ini terkait dengan kadar NaCl untuk garam industri cukup tinggi yaitu kadar NaCl harus lebih besar dari 90% dibandingkan garam konsumsi, sehingga perlu pembinaan dari sisi teknologi kepada produsen garam di dalam negeri untuk dapat menghasilkan garam industri, agar tidak tergantung kepada pasokan impor. Pembuatan garam secara tradisional atau proses pembuatan garam yang umum digunakan ialah dengan meratakan petak tambak menggunakan alat bantu silinder baja yang ditarik tenaga manusia. Setelah itu petak tambak diisi air laut dan dengan bantuan sinar matahari, air laut tersebut melalui proses kristalisasi. Pada pengisian air laut, sebagian penduduk menggunakan teknologi dengan memanfaatkan kincir angin yang digerakkan udara. Proses penguapan menggunakan sinar matahari merupakan metode yang digunakan untuk meningkatkan konsentrasi larutan garam pada petak tambak hingga garam mengkristal dan siap dipanen [1]. Sistem penggaraman seperti itu merupakan proses kristalisasi total sehingga kualitasnya tidak cukup baik karena kadar kemurnian NaCl-nya kurang dari 90% dan banyak mengandung zat pengotor, Kristalisasi total pada garam yang diproduksi oleh masyarakat umumnya tidak

mengalami pencucian, sehingga dihasilkan garam rakyat yang berkualitas rendah. *Coagulant Automatic Mixing Machine Poly Aluminium Chloride* adalah inovasi alat mixing otomatis yang berfungsi sebagai upaya peningkatan kualitas garam rakyat menjadi garam industri (garam dengan kadar NaCl yaitu 97 % dengan kandungan sulfat, magnesium dan kalsium serta kotoran lainnya yang sangat kecil) dengan melakukan penambahan koagulan *poly aluminium chloride* yang di mixing secara otomatis. *Coagulant Automatic Mixing Machine Poly Aluminium Chloride* menggunakan prinsip kerja proses rekristalisasi. Rekristalisasi merupakan suatu pembentukan kristal kembali dari larutan atau leburan dari material yang ada. Rekristalisasi hanya bekerja apabila digunakan pada pelarut pada suhu kamar, namun dapat lebih larut pada suhu yang lebih tinggi. Hal ini bertujuan supaya zat tidak murni dapat menerobos kertas saring dan yang tertinggal hanyalah kristal murni. Sehingga, pada tugas akhir ini dirancang sistem pengendalian level untuk pencampuran garam dengan kadar NaCl <90 % dan air pada mini *plant* pemurnian garam. Perbandingan garam dengan air adalah 3,5 : 10 [6]. Maka pada sistem ini pencampuran garam dengan kadar NaCl <90 % dan air dirancang agar perbandingan air dengan garam sesuai yaitu 3,5 : 10 dan pengendalian level pada tangga penampungan. Pada plant ini mampu memurnikan garam diatas 97% dengan kandungan zat pengotor yang sangat kecil yaitu 0,06%. Besar harapan apabila plant ini dapat diterapkan oleh para petani garam untuk industri skala kecil sehingga mampu meningkatkan perekonomian petani garam Indonesia dan nantinya dapat mendukung program pemerintah terkait suasebada garam nasional.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan diatas, maka rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimana merancang alat yang digunakan untuk mencampurkan garam dengan kadar NaCl <90 % dan air aquades secara otomatis.

2. Bagaimana merancang alat pengendalian *level* pada tanki penampungan.
3. Bagaimana hasil dari respon alat pengendalian *level* pada tanki penampungan.

1.3 Tujuan

Tujuan utama dari rancang bangun alat ini adalah untuk memenuhi mata kuliah tugas akhir sebagai syarat kelulusan dari program studi diploma 3 metrologi dan instrumentasi, serta untuk memberikan solusi pada rumusan masalah yaitu :

1. Menghasilkan alat yang digunakan untuk untuk mencampurkan garam dengan kadar NaCl <90 % dan air aquades secara otomatis.
2. Menghasilkan alat yang digunakan untuk pengendalian *level* (ketinggian) pada tanki penampungan.
3. Menganalisa hasil dari respon alat pengendalian *level* pada tanki penampungan.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan ruang lingkup dari penelitian tugas akhir ini yaitu hanya membahas mengenai teknik pengendalian atau metode pengendalian *level* dalam proses pencampuran garam dan air aquades dengan perbandingan 1kg garam dan 3L air aquades yang di gunakan.

1.5 Manfaat

Manfaat dari tugas akhir adalah sebagai sistem pencampuran air dan garam grade 3 secara otomatis agar didapatkan larutan garam yang jenuh dan pengendalian *level* (ketinggian) pada tanki penampungan dengan menggunakan mikrokontroler ATMEGA8535.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Garam

Secara fisik, garam adalah benda padatan berwarna putih berbentuk kristal yang merupakan kumpulan senyawa dengan bagian terbesar *Natrium Chlorida* (>80%) serta senyawa lainnya seperti *Magnesium Chlorida*, *Magnesium Sulfat*, *Calcium Chlorida*, dan lain-lain. Garam mempunyai sifat atau karakteristik higroskopis yang berarti mudah menyerap air, *bulk density* (tingkat kepadatan) sebesar 0,8 - 0,9 dan titik lebur pada tingkat suhu 801°C[3].

Pengelompokan garam di Indonesia berdasarkan SNI adalah garam konsumsi dan garam industri. Kelompok kebutuhan garam konsumsi antara lain untuk konsumsi rumah tangga, industri makanan, industri minyak goreng, industri pengasinan dan pengawetan ikan, sedangkan kelompok kebutuhan garam industri antara lain untuk industri perminyakan, tekstil dan penyamakan kulit, CAP (*Chlor Alkali Plant*) garam industri yang digunakan untuk proses kimia dasar pembuatan soda, *chlor*, dan *pharmaceutical salt* [2].

Sedangkan menurut penelitian dari Zandhika, jenis garam dibagi menjadi tiga yaitu kategori garam rakyat, garam konsumsi dan garam industri. Menurut Permenperin No. 8 Tahun 2014 garam berkualitas industri apabila mengandung kadar NaCl >97%, garam konsumsi memiliki kadar NaCl minimal 94%, dan garam rakyat hanya mengandung kadar NaCl <94%. Tabel 1. berikut adalah komponen dan % berat komposisi garam berdasarkan jenisnya.

Tabel 2.1 Komposisi Garam Berdasarkan Jenis

Jenis Garam	% Berat Komponen				
	NaCl	CaSO ₄	MgCl ₂	MgSO ₄	H ₂ O
Rakyat	84,6-94	<1,02	<2,56	<0,81	<10,43
Konsumsi	94-97	<0,5	<0,5	<0,5	<4,5

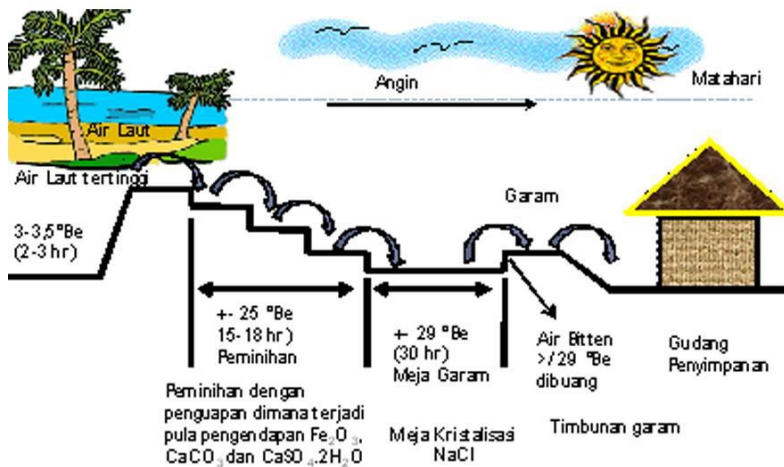
Industri	>97	<0,06	<0,06	<0,06	<0,5
-----------------	-----	-------	-------	-------	------

Garam rakyat adalah garam kristal yang masih banyak mengandung pengotor dan kadar NaCl rendah dikarenakan dalam pembuatannya hanya melalui proses rekristalisasi total. Garam rakyat hanya dimanfaatkan sebagai garam dapur dan garam mandi atau garam spa untuk perawatan kesehatan. Sedangkan garam industri adalah garam dengan kadar NaCl yaitu 97% dengan kandungan impurities (sulfat, magnesium dan kalsium serta kotoran lainnya) yang sangat kecil[4].

2. 2 Teknologi Pembuatan Garam

Pembuatan garam yang berasal dari air laut dan air danau menggunakan teknologi proses yaitu penguapan melalui teknologi matahari (solar evaporation) dan proses pemisahan NaCl dengan aliran listrik (elektrodialisa). Garam yang telah ditetapkan kemudian dijernihkan (sesedikit mungkin mengandung kotoran dan senyawa kimia yang dikehendaki), dan selanjutnya dikristalkan kembali dalam kolom kristalisasi (*Crystallization Column*), hasil rekristalisasi dikeringkan dan seterusnya seperti pada proses sebelumnya[3].

Sementara itu, pembuatan garam secara tradisional dilakukan dengan meratakan petak tambak menggunakan alat bantu silinder baja yang ditarik tenaga manusia. Setelah itu petak tambak diisi air laut dan dengan bantuan sinar matahari, air laut tersebut melalui proses kristalisasi. Pada pengisian air laut, sebagian penduduk menggunakan teknologi dengan memanfaatkan kincir angin yang digerakkan udara. Proses penguapan menggunakan sinar matahari merupakan metode yang digunakan untuk meningkatkan konsentrasi larutan garam pada petak tambak hingga garam mengkristal dan siap dipanen[6].



Gambar 2.1 Skema Pembuatan Garam Tradisional (Pratama, 2016)

Garam yang diproduksi rakyat pada umumnya tidak mengalami pencucian, sehingga pada umumnya berkualitas rendah. Kadar NaCl pada garam rakyat biasanya bervariasi sekitar 88%. Oleh karena itu, garam rakyat tidak dapat memenuhi standar kualitas garam untuk pemenuhan stok nasional, sehingga harga jual garam rakyat cenderung rendah.

Pada penelitian ini menggunakan proses rekristalisasi untuk mendapatkan kristal garam. Rekristalisasi merupakan suatu pembentukan kristal kembali dari larutan material yang ada dan hanya bekerja apabila digunakan pelarut pada suhu tinggi. Hal ini bertujuan supaya zat tidak murni dapat menerobos kertas saring dan yang tertinggal hanyalah kristal murni.

Larutan yang dikristalkan merupakan senyawa campuran antara solvent dan solute. Setelah dipanaskan maka solvent menguap dan yang tertinggal hanya kristal. Penguapan bertujuan untuk menghilangkan atau meminimalisir solvent atau zat pelarut sisa yang terdapat pada filtrat[6].

2.3 Larutan Jenuh

Larutan didefinisikan sebagai campuran homogen antara dua atau lebih zat yang terdispersi baik sebagai molekul, atom maupun ion yang komposisinya dapat bervariasi. Larutan dapat berupa gas, cairan, atau padatan. Larutan encer adalah larutan yang mengandung sebagian kecil *solute* relatif terhadap jumlah pelarut. Sedangkan larutan pekat adalah larutan yang mengandung sebagian besar *solute*. *Solute* adalah zat terlarut sedangkan *solvent* (pelarut) yaitu medium dimana *solute* terlarut. Suatu larutan dengan jumlah maksimum zat terlarut pada temperatur tertentu disebut larutan jenuh. Ketika larutan belum mencapai titik jenuh larutan terkadang dijumpai suatu keadaan dimana zat terlarut dalam larutan lebih banyak daripada zat terlarut yang seharusnya dapat melarut pada temperatur tersebut. Larutan yang demikian disebut larutan lewat jenuh. Banyaknya zat terlarut yang dapat menghasilkan larutan jenuh dalam jumlah pelarut pada temperatur konstan disebut kelarutan. Kelarutan suatu zat bergantung pada sifat zat itu, molekul pelarut, temperatur dan tekanan. Meskipun larutan dapat mengandung banyak komponen, tetapi pada tinjauan ini hanya dibahas larutan yang mengandung dua komponen yang sering disebut sebagai larutan biner. Komponen dari larutan biner yaitu pelarut dan zat terlarut.

2.4 Mixing Process

Mixing atau pencampuran diartikan sebagai suatu proses menghimpun dan membaurkan bahan-bahan. Dalam hal ini diperlukan gaya mekanik untuk menggerakkan alat pencampur supaya pencampuran dapat berlangsung dengan baik. Tujuannya untuk menghasilkan campuran bahan dengan komposisi tertentu dan homogen - Mempertahankan kondisi campuran selama proses kimia dan fisika agar tetap homogen, mempunyai luas permukaan kontak antar komponen yang besar, menghilangkan perbedaan konsentrasi dan perbedaan suhu, mempertukarkan panas, mengeluarkan secara merata gas-gas dan uap-uap yang timbul. Selain itu proses pencampuran berguna untuk menghasilkan bahan setengah jadi agar mudah diolah pada proses selanjutnya

atau menghasilkan produk akhir yang baik. Derajat pencampuran adalah ukuran tercampurnya dengan merata bahan-bahan yang ada dalam suatu campuran pada saat pembentukan campuran yang *homogeny*.

Banyak faktor yang mempengaruhi proses pencampuran. Diantaranya adalah Aliran yang turbulen dan laju alir bahan yang tinggi biasanya menguntungkan proses pencampuran. Sebaliknya aliran yang laminar dapat menggagalkan pencampuran, ukuran partikel semakin luas permukaan kontak bahan-bahan yang harus dicampur, yang berarti semakin kecil partikel dan semakin mudah gerakannya didalam campuran, maka proses pencampuran akan semakin baik. Perbedaan ukuran yang besar dalam proses pencampuran akan menyulitkan dalam terciptanya derajat pencampuran yang tinggi. Tingkat kelarutan juga mempengaruhi proses pencampuran, semakin besar kelarutan bahan-bahan yang akan dicampur pada pencampuran, maka akan semakin baik pencampurannya. Pada saat pelarutan terjadi, terjadi pula peristiwa difusi laju difusi dipercepat oleh adanya aliran. Kelarutan sebanding dengan kenaikan suhu, sehingga dapat dikatakan bahwa dengan naiknya suhu derajat pencampuran akan semakin baik pula[3].

2. 5 Motor DC

Motor pengaduk yang digunakan dalam pembuatan alat ini adalah motor DC. Motor DC yang digunakan adalah 12 atau 24 volt. Motor DC merupakan motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan medan pada motor DC disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Motor arus searah sebagaimana namanya yaitu menggunakan arus langsung yang tidak langsung atau *direct-undirectional*. Motor DC memiliki 3 bagian atau komponen utama untuk dapat berputar sebagai berikut :

a. Kutub Medan

Motor DC sederhana memiliki 2 kutub medan yaitu kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar

melintasi ruang terbuka diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih electromagnet.

b. Dinamo

Dinamo yang berbentuk silinder dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk motor DC yang kecil, dynamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi.

c. Commutator

Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk transmisi arus antara dinamo dan sumber daya.

Keuntungan utama motor DC adalah sebagai pengendali yang dalam hal ini digunakan untuk memutar baling-baling pengaduk adalah tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor DC dikendalikan dengan mengatur tegangan dinamo, semakin besar tegangan dinamo akan dapat meningkatkan kecepatan putarnya dan arus medan, semakin kecil arus medan akan dapat meningkatkan kecepatan putarnya.



Gambar 2.2 Struktur Bagian Dalam Motor DC

2. 6 Pompa Air

Pompa air adalah alat yang digunakan untuk memindahkan cairan (fluida) dari suatu tempat ke tempat yang lain, melalui media pipa (saluran) dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung terus menerus. Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian hisap (suction) dan bagian tekan (discharge).

Perbedaan tekanan tersebut dihasilkan dari sebuah mekanisme misalkan putaran roda impeler yang membuat keadaan sisi hisap nyaris vakum. Perbedaan tekanan inilah yang mengisap cairan sehingga dapat berpindah dari suatu reservoir ke tempat lain. Pada jaman modern ini, posisi pompa menduduki tempat yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari dalam sebuah rumah, biasanya kita membutuhkan minimal 1 buah pompa air untuk mendistribusi air dari sumber ke seluruh titik air (sumber air dapat berupa sumur atau penampungan air di bawah). Untuk memudahkan konsumsi air, biasanya kita membangun tower air dengan ketinggian tertentu. Dalam kondisi ini kita menghisap air dari sumber air di bawah dengan pompa untuk disimpan pada tower air (toran). Selanjutnya 20 dengan tower air, kita memanfaatkan gaya gravitasi bumi untuk membuat air mengalir melalui pipa tanpa perlu bantuan pompa lagi. Ada beberapa jenis pompa air yang bisa kita dapat yaitu :

a. Pompa Internal

Pompa jenis ini harus selalu berada didalam air, karena pompa seperti ini akan menciptakan panas yang cukup tinggi dan memerlukan air untuk mendinginkan motornya. Keuntungan dari pompa internal adalah harganya yang relatif rendah.

b. Pompa Eksternal

Pompa eksternal cenderung berharga tinggi. Akan tetapi, pompa yang diletakkan diluar air tidak akan menghasilkan panas terhadap air aquarium.

c. Pompa Eksternal dan Internal

Banyak pompa buatan China yang diindikasikan bisa untuk diletakkan diluar dan didalam air, akan tetapi saya sarankan agar tidak diletakkan diluar air. Melalui pengalaman saya akan pompa jenis ini, jika diletakkan diluar air tidak akan tahan lama dan sangat berbahaya.

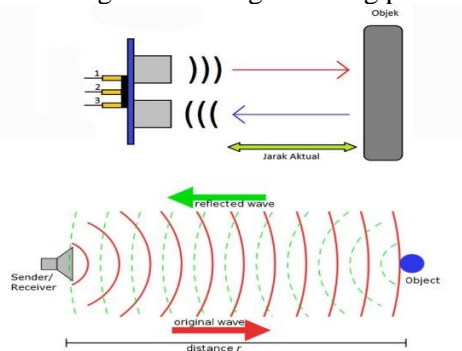
2.7 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis bunyi menjadi besaran listrik dan

sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik).

Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi sangat tinggi yaitu 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik tidak dapat di dengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonik dapat didengar oleh anjing, kucing, kelelawar, dan lumba-lumba. Bunyi ultrasonik bisa merambat melalui zat padat, cair dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair. Akan tetapi, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa.

Pada sensor ultrasonik, gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah alat yang disebut dengan piezoelektrik dengan frekuensi tertentu. Piezoelektrik ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik (umumnya berfrekuensi 40kHz) ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut. Secara umum, alat ini akan menembakkan gelombang ultrasonik menuju suatu area atau suatu target. Setelah gelombang menyentuh permukaan target, maka target akan memantulkan kembali gelombang tersebut. Gelombang pantulan dari target akan ditangkap oleh sensor, kemudian sensor menghitung selisih antara waktu pengiriman gelombang dan waktu gelombang pantul diterima.



Gambar 2.3 Cara Kerja Sensor Ultrasonik

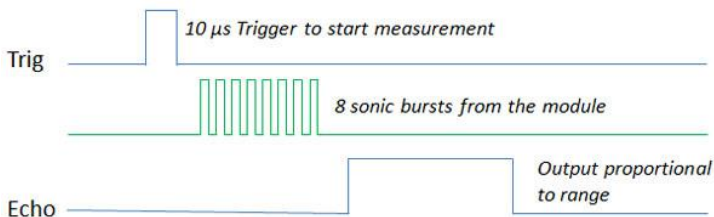
Dalam bidang kesehatan, gelombang ultrasonik bisa digunakan untuk melihat organ-organ dalam tubuh manusia seperti untuk mendeteksi tumor, liver, otak dan menghancurkan batu ginjal. Gelombang ultrasonik juga dimanfaatkan pada alat USG (ultrasonografi) yang biasa digunakan oleh dokter kandungan. Dalam bidang industri, gelombang ultrasonik digunakan untuk mendeteksi keretakan pada logam, meratakan campuran besi dan timah, meratakan campuran susu agar homogen, mensterilkan makanan yang diawetkan dalam kaleng, dan membersihkan benda benda yang sangat halus. Gelombang ultrasonik juga bisa digunakan untuk mendeteksi keberadaan mineral maupun minyak bumi yang tersimpan di dalam perut bumi. Dalam bidang pertahanan, gelombang ultrasonik digunakan sebagai radar atau navigasi, di darat maupun di dalam air. Gelombang ultrasonik digunakan oleh kapal pemburu untuk mengetahui keberadaan kapal selam, dipasang pada kapal selam untuk mengetahui keberadaan kapal yang berada di atas permukaan air, mengukur kedalaman palung laut, mendeteksi ranjau, dan menentukan posisi sekelompok ikan.

Sensor ultrasonik HC-SR04, sensor ini merupakan sensor ultrasonik siap pakai, satu alat yang berfungsi sebagai pengirim, penerima, dan pengontrol gelombang ultrasonik. Alat ini bisa digunakan untuk mengukur jarak benda dari 2cm - 4m dengan akurasi 3mm. Alat ini memiliki 4 pin, pin Vcc, Gnd, *Trigger*, dan *Echo*. Pin Vcc untuk listrik positif dan Gnd untuk ground-nya. Pin *Trigger* untuk trigger keluarnya sinyal dari sensor dan pin *Echo* untuk menangkap sinyal pantul dari benda.



Gambar 2.4 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Cara menggunakan alat ini yaitu ketika kita memberikan tegangan positif pada pin *trigger* selama $10\mu\text{s}$, maka sensor akan mengirimkan 8 *step* sinyal ultrasonik dengan frekuensi 40kHz. Selanjutnya, sinyal akan diterima pada pin *echo*. Untuk mengukur jarak benda yang memantulkan sinyal tersebut, maka selisih waktu ketika mengirim dan menerima sinyal digunakan untuk menentukan jarak benda tersebut. Rumus untuk menghitungnya sudah saya sampaikan di atas[7].



Gambar 2.5 Sistem Waktu pada Sensor Ultrasonik HC-SR04

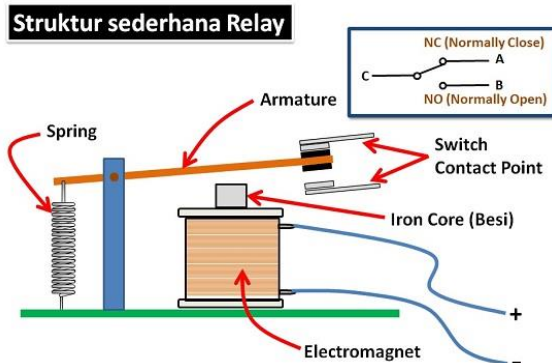
2.8 Relay

Relay adalah saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen elektronika yang terdiri dari 2 bagian utama yakni elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar atau *switch*). *Relay* menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. sebagai contoh, dengan *relay* yang menggunakan elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan *armature relay* untuk menghantarkan listrik 220V 2A.



Gambar 2.6 Bentuk Fisik Relay

Cara kerja dari *relay* yaitu sebuah besi (*iron core*) yang dililit oleh sebuah kumparan *coil* yang berfungsi untuk mengendalikan besi tersebut. Apabila kumparan *coil* diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya elektromagnet yang kemudian menarik *armature* untuk berpindah dari posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) sehingga menjadi saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi barunya (NO). Posisi dimana *armature* tersebut berada sebelumnya (NC) akan menjadi open atau tidak terhubung. pada saat tidak dialiri arus listrik, *armature* akan kembali lagi ke posisi awal (NC). *Coil* yang digunakan oleh *relay* untuk menarik *contact poin* ke posisi *close* pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil[5].

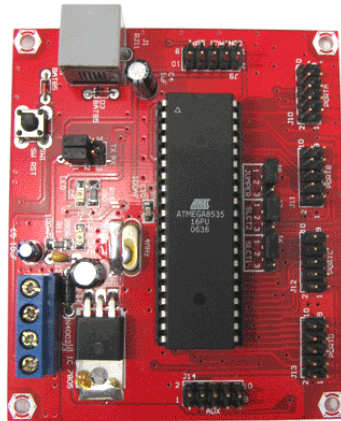


Gambar 2.7 Struktur *Relay*

2.9 Mikrokontroler Atmega8535

Mikrokontroler adalah IC yang dapat diprogram berulang kali, baik ditulis atau dihapus. Biasanya digunakan untuk pengontrolan otomatis dan manual pada perangkat elektronika. Beberapa tahun terakhir, mikrokontroler sangat banyak digunakan terutama dalam pengontrolan sistem kontrol. Seiring perkembangan elektronika, mikrokontroler dibuat semakin kompak dengan bahasa pemrograman yang juga ikut berubah. Salah satunya adalah mikrokontroler AVR (Alf and Vegard's Risc processor) ATmega8535 yang menggunakan teknologi RISC (Reduce Instruction Set Computing) dimana program berjalan

lebih cepat karena hanya membutuhkan satu siklus clock untuk mengeksekusi satu instruksi program. Secara umum, AVR dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu kelas ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega, dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral, dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, mereka bisa dikatakan hampir sama.



Gambar 2.8 Atmega8535

Mikrokontroler AVR ATmega8535 memiliki fitur yang cukup lengkap. Mikrokontroler AVR ATmega8535 telah dilengkapi dengan ADC internal,EEPROM internal, Timer/Counter, PWM, analog comparator,dll (M.Ary Heryanto, 2008). Sehingga dengan fasilitas yang lengkap ini memungkinkan kita belajar mikrokontroler keluarga AVR dengan lebih mudah dan efisien, serta dapat mengembangkan kreativitas penggunaan mikrokontroler ATmega8535.

Fitur-fitur yang dimiliki oleh mikrokontroler ATmega8535 adalah sebagai berikut:

1. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu port A, port B, port C, dan port D.
2. ADC internal sebanyak 8 saluran.
3. Tiga buah Timer/Counter dengan kemampuan

- pembandingan.
4. CPU yang terdiri atas 32 buah register.
 5. SRAM sebesar 512 byte.
 6. Memori Flash sebesar 8 kb dengan kemampuan Read While Write.
 7. Port antarmuka SPI
 8. EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi.
 9. Antarmuka komparator analog.
 10. Port USART untuk komunikasi serial.
 11. Sistem mikroprosesor 8 bit berbasis RISC dengan kecepatan maksimal 16 MHz.
 12. Dan lain-lainnya

2. 10 Bahasa Pemrograman C

2.10.1 Pengenalan Bahasa C

Bahasa pemrograman C merupakan salah satu bahasa pemrograman komputer. Dibuat pada tahun 1972 oleh Dennis Ritchie untuk Sistem Operasi Unix di Bell Telephone Laboratories. Bahasa C mempunyai kemampuan lebih dibanding dengan bahasa pemrograman lain. Bahasa C merupakan bahasa pemrograman yang bersifat portable, yaitu suatu program yang dibuat dengan bahasa C pada suatu komputer akan dapat dijalankan pada komputer lain dengan sedikit (atau tanpa) ada perubahan yang berarti.

2.10.2 Penulisan Program Bahasa C

Struktur dari program C dapat dilihat sebagai kumpulan dari sebuah atau lebih fungsi-fungsi. Fungsi pertama yang harus ada di program C sudah ditentukan namanya, yaitu bernama `main()`. Suatu fungsi di program C dibuka dengan kurung kurawal (`{`) dan ditutup dengan kurung kurawal tutup (`}`). Diantara kurung kurawal dapat dituliskan statemen-statemen program C. Berikut ini adalah struktur dari program C.

```

Main()
{
    Statemen-statemen
}

Fungsi_fungsi_lain()
{
    Statemen-statemen
}

```

} Fungsi Utama
 } Fungsi-fungsi lain yang ditulis oleh pemrograman komputer

2. 11 Code Vision AVR

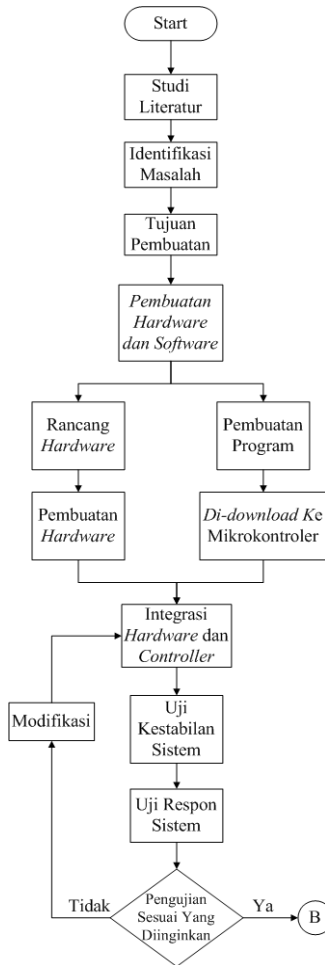
CodeVisionAVR pada dasarnya merupakan perangkat lunak pemrograman mikrokontroler keluarga AVR berbasis bahasa C. Ada tiga komponen penting yang telah diintegrasikan dalam perangkat lunak antara lain *Compiler* , IDE, dan program *generator*. *CodeVisionAVR* dilengkapi dengan *source code editor, compiler, linker* dan dapat memanggil Atmel AVR studio dengan *debugger*nya[3]

BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Diagram Alir (*Flowchart*)

Tahapan penelitian Tugas Akhir ini, secara umum dapat digambarkan dalam flowchart seperti dibawah ini





Gambar 3.1 *Flowchart* Pengerjaan Tugas Akhir

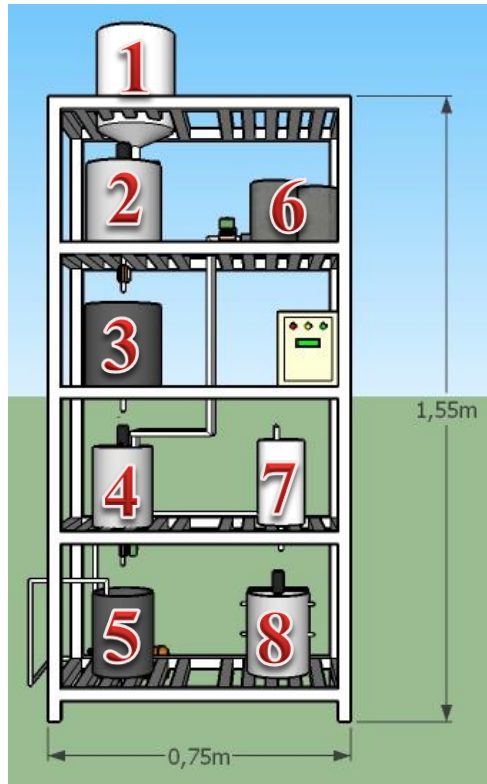
3.2 Keterangan *Flowchart*

3.2.1 Studi Literatur

Kegiatan ini dilakukan dengan mencari materi penunjang dari buku, jurnal dan artikel pada media cetak maupun online. Mencari dasar teori yang tepat dalam merancang alat, sistem kerja Alat system pengendalian level pada proses *Mixing* sebagai upaya meningkatkan *grade* kualitas garam . Serta melakukan studi literatur yang berhubungan dengan sistem kontrol sequential (berurutan) pada *microcontroller* ATMEGA.

3.2.2 Perancangan Model Sistem

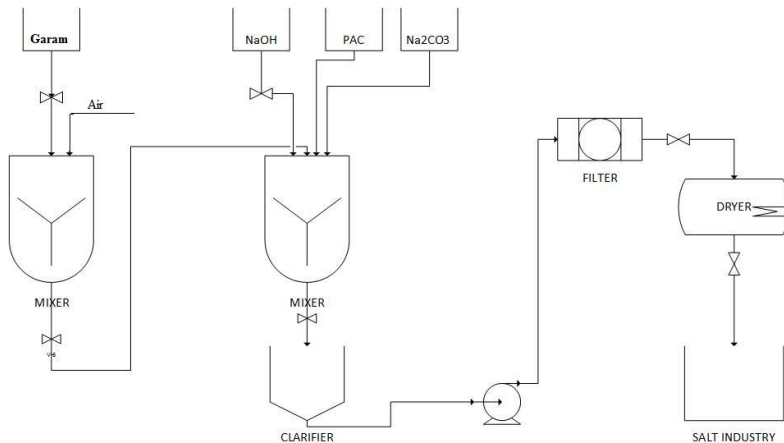
Dalam perencanaan alat pemurnian garam pada bagian pencampuran larutan garam grade 3 dan air terdapat 1 tangki dimana tangkinya digunakan sebagai penampung garam grade 3. sebuah motor yang terhubung menjadi satu dengan blade yang kemudian akan di mixing otomatis ketika mencapai level dan berat garam sesuai dengan set point yang diinginkan yang ditentukan pada tangki campuran tersebut.



Gambar 3.2 Rancangan Alat yang Akan Dibuat

Keterangan :

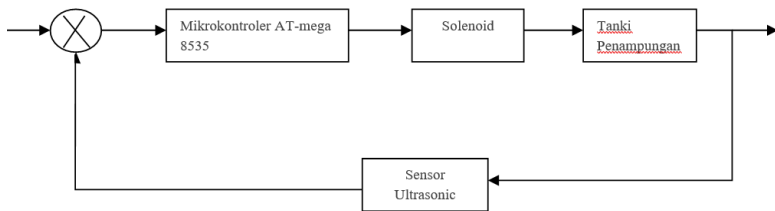
1. Tangki Penampung Garam
2. Tangki *Mixing* Air dan Garam
3. Tangki Penampung Larutan Garam
4. Tangki *Mixing* Larutan Garam, PAC, Na_2CO_3 , NaOH
5. Tangki MUD
6. Tangki PAC, Na_2CO_3 , NaOH
7. Tangki Filter
8. Tangki Pemanas



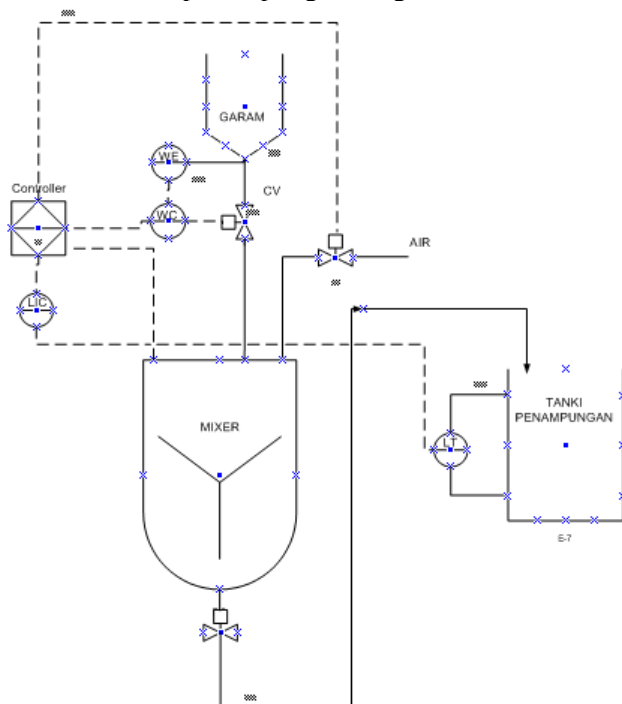
Gambar 3.3 *Flow Diagram Mini Plant Pemurnian Garam*

3.2.3 Pembuatan *Hardware* dan *Software* alat pencampuran garam dengan air

Pada perancangan mini plant pemurnian garam, mixer dan pompa diletakkan pada proses pertama (tangi 1, tangki2) untuk menghasilkan larutan garam jenuh yang kemudian larutan jenuh tersebut akan ditampung pada tangki penampung seperti pada gambar 3.5. Pada perancangan dan pembuatan hardware serta software terdapat beberapa tahap yaitu pembauatan mekanik untuk sliding bukaan tangki garam, penyesuaian blade dari motor mixing dan pemasangan sensor HC-SR04 ke tangki penampungan. Kemudian melakukan integrasi sesor dan actuator ke dalam mikrokontroler ATMEGA 8535 untuk pengolahan data dari sensor yang kemudian actuator melakukan aksi sesuai dengan diinginkan. Pada perencanaan sistem pencampuran garam dengan air agar didapatkan larutan garam jenuh dan pengendalian level pada tangki penampungan ini terdapat blok diagram seperti berikut.



Gambar 3.4 Blok Diagram pengendalian level pada tangki penampungan air garam



Gambar 3.5 P&ID Mini Plant Pencampuran garam dengan air

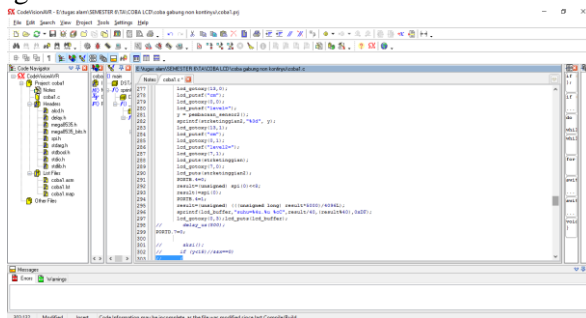
Pada proses pencampuran garam dengan air yang kemudian ditampung kedalam tangki penampungan memiliki perancangan / pembuatan alat (hardware dan software).

a. Perancangan dan pembuatan alat (Hardware)

Alat pencampuran garam dan air ini menggunakan motor mixing, pompa dan motor untuk membuka / menutup sliding tanki garam yang kemudian akan dilakukan mixing selama waktu yang telah ditentukan. Setelah itu akan ditampung ke tangki penampungan. Pada tangki penampungan level dijaga menggunakan sensor HC-SR04. Sensor ini mengukur jarak antara sensor dengan permukaan air. Oleh Karena itu dibutuhkan pengubahan ke level sesungguhnya dengan cara menambahkan perhitungan pada list program pada ATMEGA8535.

b. Perancangan dan Pembuatan alat (Software)

Pada perancangan software ini merupakan gabungan dari rangkaian pemrosesan sinyal. Rangkaian pemrosesan sinyal pada alat ini menggunakan atmega8535. Untuk membuat sebuah program di atmega8535 dibutuhkan software CodeVision AVR. Pada program ini akan dikoding untuk menerima sinyal masukan. Sinyal masukan ini berasal dari sensing element yaitu sensor thermocouple. Sehingga terbaca berapa suhu yang sedang diukur pada LCD dengan terlebih dahulu didownload ke atmega8535.



Gambar 3.6 Software CodeVision AVR

3.2.4 Integrasi *Hardware* dengan *Controller*

Saat melakukan integrasi antara hardware dengan kontroler pastikan untuk kabel input dan output sudah sesuai dengan list program yang dibuat sebelumnya. Ketika sudah sesuai kemudian dilakukan peng-upload-an program ke mikrokontroler ATMEGA8535. Setelah itu data hasil pembacaan sensor akan ditampilkan kedalam LCD 4x20.

3.2.5 Uji Kestabilan Sistem

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah program sudah ter-upload ke hardware atmega8535 dan berjalan dengan baik. Pengujian ini dilakukan dengan cara mencoba sensor untuk memulai pengukuran. Apabila sensor masih belum menampilkan data pada LCD, maka proses pemrograman pada CodeVision AVR dan integrasi ke hardware perlu diulang. Sedangkan untuk sistem pengendalian dilakukan dengan cara melihat apakah process variabel dapat tercapai dan terjaga pada set point. Apabila sistem pengendalian tidak membuat nilai process variabel sama dengan set point, maka proses pemrograman dan integrasi software harus diulang.

3.2.6 Menganalisis Data

Pada tahap ini dilakukan pengambilan data dimana data yang diambil adalah data karakteristik dan kalibrasi serta performansi sistem pengendalian. Berdasarkan data tersebut nanti dapat disimpulkan bagus tidaknya performa dari sistem. Pada karakteristik statik alat yang dicari yaitu nilai *range*, *span*, *resolusi*, *sensitivitas*, *linieritas*, *hysteresis*, serta prosentase akurasi. Sedangkan untuk data kalibrasi digunakan untuk mencari nilai ketidakpastian dari hasil pengukuran ketika menggunakan perangkat ini. Untuk performansi sistem kontrol diambil data *setling time*, *Maximum overshoot*, *error steady state*.

3.2.7 Pengambilan Kesimpulan

Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan dari semua elemen yang mempengaruhi data tersebut.

3.3 Prosedur Operasional

Untuk mengaktifkan mini plant pemurnian garam ini perlu diperhatikan tata cara operasionalnya, yaitu sebagai berikut :

1. Pastikan semua wiring rangkaian sudah terpasang dengan benar dan baik.
2. Pastikan tidak ada kebocoran pada masing-masing bagian plant termasuk tabung dan perpipaannya.
3. Pastikan pemasangan sensor sudah dilakukan dengan baik dan benar
4. Pastikan sambungan kabel yang terhubung dengan tegangan AC terhubung dengan benar, sesuai dan pastikan tidak ada kabel yang terkelupas.
5. Pastikan apakah power supply untuk kontroller dan bagian-bagian lainnya telah terpasang dan terhubung dengan benar.
6. Hubungkan kabel power ke listrik AC PLN.
7. Lihat apakah ada sistem yang terjadi error. Jika terjadi error maka putuskan kabel dari listrik AC PLN dan lakukan *troubleshooting*

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

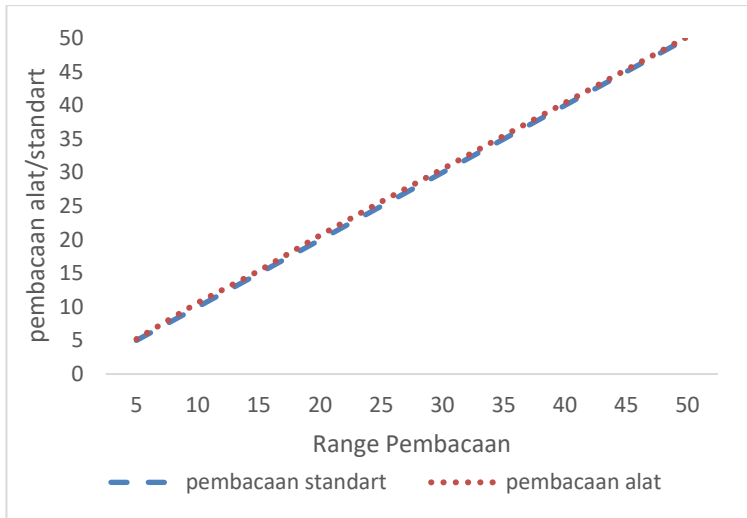
4.1. Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Pada tugas akhir rancang bangun pengendalian level pada tanki penampung dan pencampuran garam dengan air. Rentang pengukuran untuk pengendalian level ini adalah 0 – 17 cm. Untuk mengetahui keakuratan dari sensor ultrasonik HC-SR04 perlu dilakukan sebuah pengujian pada sensor menggunakan alat standart. alat standart yang digunakan untuk pembandingan adalah mistar ukur. Dari perbandingan nilai tersebut, dapat diketahui nilai *error* dari sensor ultrasonik HC-SR04. Berikut adalah data perbandingan antara sensor HC-SR04 dengan alat standar yang berupa mistar ukur.

Tabel 4.1 Data pengujian alat ukur HCSR-04

No.	Pembacaan standart	Pembacaan alat	Koreksi
1	5	5.2	-0.2
2	10	10.58	-0.58
3	15	15.35	-0.35
4	20	20.57	-0.57
5	25	25.66	-0.66
6	30	30.49	-0.49
7	35	35.49	-0.49
8	40	40.39	-0.39
9	45	45.32	-0.32
10	50	50.22	-0.22
Jumlah	275	279.27	-4.27
Rata-rata	27.5	27.927	-0.427

Dari Tabel 4.1 diatas kemudian pembacaan alat di rata – rata menghasilkan grafik pembacaan alat standar dan pembacaan alat sebagai berikut:



Gambar 4.1 Grafik Pembacaan Alat Standar dan Pembacaan Alat.

Dari gambar 4.1, menunjukkan bahwa pembacaan alat sudah mendekati dengan alat standar. Namun, terdapat beberapa titik yang masih terdapat *error* pembacaan. Berdasarkan data yang telah didapatkan dari pengujian alat, maka dapat diperoleh karakteristik dari alat ukur jarak.

Sehingga karakteristik statik seperti berikut:

1. Range : 5 Cm – 50 Cm
2. Span : 45 Cm
3. Resolusi : 0.01 Cm
4. K : 1.04375
5. Akurasi : $1 - \sum \left| \frac{\text{pembacaan standar} - \text{alat}}{\text{pembacaan standar}} \right|$
: 1,017
% Akurasi : $100 - (1,017 \times 100\%)$
: 98.7%

4.2 Perhitungan Ketidakpastian Pembacaan alat

Perhitungan ketidakpastian pembacaan alat dilakukan untuk mengetahui apakah sensor ultrasonik HC-SR04 yang digunakan masih dalam keadaan baik untuk digunakan dalam sistem. Maka perlu dilakukan analisa dengan metode statistik (tipe A) dan metode statistik (tipe B) untuk mengetahui apakah sensor ultrasonik HCSR-04 layak digunakan kedalam system atau tidak. Tipe A (metode statistik) ditandai dengan adanya data pengukuran, selanjutnya dari data tersebut diperoleh nilai rata-rata dan standar deviasi. Terdapat 2 macam analisa tipe A yaitu UA1 dan UA2. UA1 merupakan ketidakpastian hasil pengukuran, sedangkan UA2 merupakan ketidakpastian regresi. Analisa Tipe B (metode statistik) dibagi menjadi 2 bagian, yaitu ketidakpastian resolusi (UB1) dan ketidakpastian alat standar (UB2). Dari semua sumber ketidakpastian tersebut dikombinasikan untuk memberikan gambaran menyeluruh ketidakpastian. Ketidakpastian gabungan biasa disebut dengan UC. Kemudian dicari nilai derajat kebebasan efektif (V_{eff}) dan faktor cakupan (k). Selanjutnya dihitung nilai dari ketidakpastian diperluas (U_{exp}).

Tabel 4.2 Perhitungan Data Kalibrasi

No	Koreksi (y)	Yreg	R	SSR
1	-0,2	-0.477454545	0.277454545	0.076981025
2	-0,58	-0.466242424	-0.113757576	0.012940786
3	-0,35	-0.455030303	0.105030303	0.011031365
4	-0,57	-0.443818182	-0.126181818	0.015921851
5	-0,66	-0.432606061	-0.227393939	0.051708004
6	-0,49	-0.421393939	-0.068606061	0.004706792
7	-0,49	-0.410181818	-0.079818182	0.006370942
8	-0,39	-0.398969697	0.008969697	8.04555E-05

9	-0,32	-0.387757576	0.067757576	0.004591089
10	-0,22	-0.376545455	0.156545455	0.024506479
Rata-rata	-0.427	-0.427		0.020883879

Setelah dilakukan pembacaan berulang seperti pada Tabel 4.1 maka akan didapatkan nilai koreksi, koreksi regresi dan Residu seperti pada Tabel 4.2. langkah berikutnya dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai – nilai dari Analisa metode statik tipe A dan tipe B. Berikut adalah perhitungan dari nilai tersebut.

$$\bar{x} = \frac{5,21+5,21+4,8+4,98+4,8+5,3+5,36+5,3+5,56+5,5}{10} = 5,20$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma(xi-\bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,0689}{9}} = 0,003$$

$$\begin{aligned} \text{Koreksi (y)} &= \text{pemb. Standar (t)} - \text{pemb. Alat (x)/n} \\ \bar{y} &= \frac{0,2-0,58-0,35-0,57-0,66-0,49-0,49-0,39-0,32-0,22}{10} \\ &= 0,427 \end{aligned}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma(yi-\bar{y})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,21921}{9}} = 0,156$$

$$UA1 = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{0,156}{\sqrt{10}} = 0,049$$

$$b = \frac{n\Sigma(ti.yi) - \Sigma ti.\Sigma yi}{n \Sigma ti^2 - (\Sigma ti)^2} = 0,00224244$$

$$\bar{t} = \frac{\Sigma t}{10} = \frac{275}{10} = 27,5$$

$$a = \bar{y} - (b \times \bar{t}) = -0.488866$$

$$Y_{\text{reg}} = a + (b \times ti) = -0.488866 + (0,00224244 \times ti)$$

$$\begin{aligned}\text{Residu (R)} &= y_i - Y_{\text{reg}} \\ \text{SR} &= R^2 \\ \text{SSR} &= \sum \text{SSR} = 0,208839\end{aligned}$$

$$\text{UA2} = \sqrt{\frac{\text{SSR}}{n-2}} = 0,161569949$$

$$\text{UB1} = \frac{\frac{1}{2} \cdot \text{resolusi}}{\sqrt{3}} = \frac{1/2 \times 0,001}{\sqrt{3}} = 0,00029$$

$$\begin{aligned}\text{UB2} &= \frac{2\% \cdot \text{maks pembacaan standar}}{2} \\ &= 0,5\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{UC} &= \sqrt{\text{UA1}^2 + \text{UA2}^2 + \text{UB1}^2 + \text{UB2}^2} \\ &= 0.168964045\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{V} &= n - 1, \text{ sehingga } \text{V1} = ; \text{V2} = 9 \\ \text{V3} &= \infty; \text{V4} = 50 \\ \text{Veff} &= 10,6\end{aligned}$$

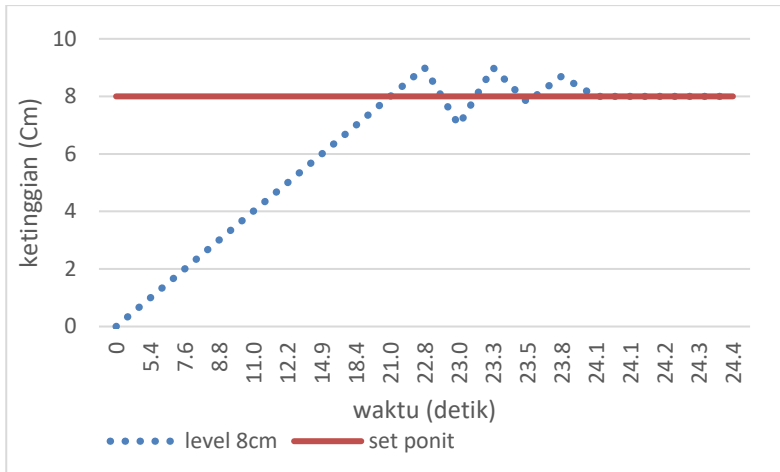
Nilai dari V_{eff} yaitu . Untuk mencari nilai k dapat dilihat pada tabel *T-Student*. Nilai dari k diketahui 2.228.

$$\begin{aligned}\text{Uexp} &= k \times \text{Uc} \\ &= 2.228 \times 0.168964045 \\ &= 0,37645189\end{aligned}$$

Berdasarkan nilai dari perhitungan ketidakpastian diperluas (U_{exp}), menghasilkan nilai ketidakpastian alat sebesar \pm dengan tingkat kepercayaan 95% dari tabel *T-Student*. Nilai dari ketidakpastian diperluas menjadi acuan pembacaan sensor.

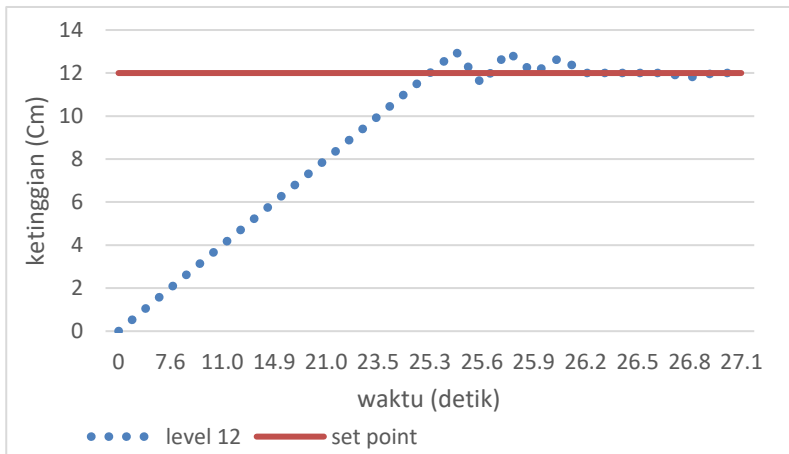
4.3. Pengambilan Data Respon Sistem

Pada pengambilan data didapatkan grafik yang menggambarkan respon sistem untuk mencapai *set point*. Terdapat 3 macam nilai *set point* yaitu pada ketinggian 8 cm, 12cm, dan 14 cm.



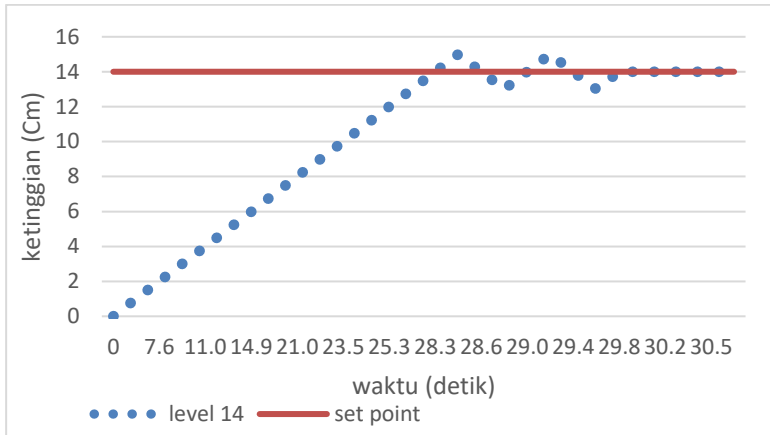
Gambar 4.2 Grafik Respon Pada Set Point 8Cm

Pada grafik yang ditunjukkan pada gambar 4.2 didapatkan nilai *rise time* (T_r) 18,4 detik, *time peak* (T_p) 22,8 detik, waktu *steady* 24,1 detik, *overshoot* (M_p) 9cm, *settling time* (T_s) 3,3 detik dan *error steady state* 1 cm.



Gambar 4.3 Grafik Respon Pada Set Point 12Cm

Pada grafik yang ditunjukkan pada gambar 4.3 didapatkan nilai *rise time* (T_r) 23,5 detik, waktu *steady* 26,2 detik, *overshoot* (M_p) 13cm, *settling time* (T_s) 1,6 detik dan *error steady state* 1 cm.



Gambar 4.4 Grafik Respon Pada Set Point 14Cm

Pada grafik yang ditunjukkan pada gambar 4.3 didapatkan nilai *rise time* (T_r) 28,35 detik, dan waktu *steady* 28,4 detik, *overshoot* (M_p) 15cm, *settling time* (T_s) 2,2 detik dan *error steady state* 1 cm.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari Rancang bangun sistem pengendalian level pada miniplant pemurnian garam dapat diambil kesimpulan yaitu:

1. Telah berhasil dibuat sistem untuk pencampur garam dengan kadar NaCl <90 % dan air aquades dengan alat pengaduk secara otomatis yang berjalan ketika *switch* di nyalakan dengan durasi tangka garam membuka selama 20 detik ,pompa selama 10 detik dan durasi pengadukan selama 1 menit.
2. Pengendalian level tangki penampungan pada mini plant pemurnian garam menggunakan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dengan rata-rata tingkat kepresisian adalah 0,990295, dan akurasi 98,97%. Sensor ultrasonik HC-SR04 bekerja mengatur volume pada tangka penampungan air garam.
3. Respon sistem saat *set point* = 8 Cm membutuhkan waktu 24 detik untuk mencapai *steady state* , saat *set point* = 12 Cm membutuhkan waktu 26 detik untuk mencapai *steady state* , saat *set point* = 14 Cm membutuhkan waktu 29 detik mencapai *steady state*.

5.2. Saran

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya antara lain:

1. Pengujian sensor harus dilakukan secara teliti agar saat melakukan perhitungan tidak terjadi kesalahan. Sebaiknya digunakan motor DC yang pelan untuk pengaduk.
2. Sebaiknya menggunakan mikrokontroler lebih dari 1 untuk keseluruhan plant agar sistem dapat dilakukan secara kontinyu. Adapun jika menggunakan 1 mikrokontroler perlu dilakukan *study literature* lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mayasari, V. A., & Lukman, R. (2013). Studi Peningkatan Mutu Garam dengan Pencucian. 1.
- [2] BRKP. (2001). *Proceding Forum Pasar Garam Indonesia*. Jakarta: Departemen Kelautan dan Perikanan.
- [3] Burhanuddin. (2001). *Strategi Pengembangan Industri Garam di Indonesia*. Yogyakarta: Kanisius.
- [4] Dyah, & Handayani. (2012). *Pemanfaatan Garam Krosok Menjadi Garam Aromaterapi*. Semarang: Jurnal Penerapan Teknologi dan Pembelajaran Universitas Negeri Semarang .
- [5] Kho, D. (2017, Juni 11). *Pengertian Relay dan Fungsinya*. Diambil kembali dari Teknik Elektronika: <http://teknikelektronika.com>
- [6] Pratama, Z. A. (2016). *Inovasi Pemurnian Garam Rakyat Dengan Penambahan Poly Aluminium Chloride Guna Menghasilkan Garam Berstandar Industri*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [7] Santoso, H. (2015). *Cara Kerja Sensor Ultrasonik, Rangkaian, & Aplikasinya*. Diambil kembali dari Elangsakti: <http://www.elangsakti.com/>
- [8] Sulistyaningtiyas, I. (2017, Juni 11). *Pencampuran Bahan Kimia (MIXING PROCESS)*. Diambil kembali dari Scribd: <https://www.scribd.com>

LAMPIRAN A

LIST PEMROGRAMAN

/*
*

This program was produced by the
CodeWizardAVR V2.05.3 Standard
Automatic Program Generator
© Copyright 1998-2011 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.
<http://www.hpinfotech.com>

Project : Garam barokah sistem fix
Version : 1
Date : 16/06/2017
Author : ALAM FIRMANSYAH
Company : D3-TEKNIK INSTRUMENT
Comments:

Chip type : ATmega8535
Program type : Application
AVR Core Clock frequency: 4,000000 MHz
Memory model : Small
External RAM size : 0
Data Stack size : 128

/

```
#include <mega8535.h>
#include <delay.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include <stdbool.h>
#include <spi.h>
```

```

// Alphanumeric LCD functions
#include <alcd.h>

// Standard Input/Output functions
#include <stdio.h>
#define TRIG PORTB.3
#define ECHO PINB.2
#define TRIG1 PORTB.1
#define ECHO1 PINB.0
#define HX711_SCK PORTA.1
#define HX711_DT PINA.0
#define HIGH 1
#define LOW 0
unsigned int count1,count2;
int ketinggian,ketinggian2;
unsigned char strketinggian[16], strketinggian2[16],x,y,tes[16];
unsigned char pembacaan_sensor2();
char lcd_buffer[33];
unsigned result;
int l1=1,l2=0,l3=0,l4=0,l5=0,l6=0,x1=1;

unsigned char pembacaan_sensor(){
count1=0;
PORTB.3=1;//inisialisasi sensor
delay_us(15);
PORTB.3=0;
delay_us(15);
PORTB.3=1;
delay_us(15);
PORTB.3=1;
while (PINB.2==0){};
while (PINB.2==1)
{
count1++;
}
ketinggian=(20-((count1*0.043332)));

```

```
delay_ms(400);  
return ketinggi;  
}
```

```
void aksi(){  
if (x1==1){  
    PORTA.2=0;  
    delay_ms(13500);  
    PORTA.2=1;  
    delay_ms(4000);  
    PORTA.3=0;  
    delay_ms(10500);  
    PORTA.3=1;  
    PORTA.4=0;  
    delay_ms(10500);  
    PORTA.4=1;  
    delay_ms(4000);  
    PORTA.5=0;  
    delay_ms(10500);  
    PORTA.5=1;  
    PORTA.6=0;  
    delay_ms(10000);  
    PORTA.6=1;  
    delay_ms(6000);  
    while(l1<2){  
        PORTD.2=0;  
        delay_ms(5000);  
        l1++;  
    }  
    PORTD.2=1;  
    delay_ms(500);  
    x1+=1; }  
}  
void aksi2(){  
if (x1==2){  
    PORTD.6=0;
```

```

    delay_ms(3000);
    PORTD.6=1;
    while (l2<1){
    PORTD.3=0;
    delay_ms(60000);
    l2++;
    }
    PORTD.3=1;
    while (l3<60){
    PORTD.7=0;
    delay_ms(1500);
    l3++;
    }
    while (l4<1){
    PORTD.7=1;
    delay_ms(60000);
    l4++;
    }
    PORTA.7=0;
    delay_ms(10000);
    PORTA.7=1;
    x1+=1; }
}

```

```

void main(void)
{
// Declare your local variables here

// Input/Output Ports initialization
// Port A initialization
// Func7=Out Func6=Out Func5=Out Func4=Out Func3=Out
Func2=Out Func1=Out Func0=Out
// State7=1 State6=1 State5=1 State4=1 State3=1 State2=1
State1=1 State0=1
PORTA=0xFF;
DDRA=0xFF;

```

```
// Port B initialization
// Func7=Out Func6=In Func5=Out Func4=Out Func3=Out
Func2=In Func1=Out Func0=In
// State7=0 State6=T State5=0 State4=0 State3=0 State2=T
State1=0 State0=T
PORTB=0x00;
DDRB=0xBA;
```

```
// Port C initialization
// Func7=Out Func6=Out Func5=Out Func4=Out Func3=Out
Func2=Out Func1=Out Func0=Out
// State7=0 State6=0 State5=0 State4=0 State3=0 State2=0
State1=0 State0=0
PORTC=0x00;
DDRC=0xFF;
```

```
// Port D initialization
// Func7=Out Func6=Out Func5=Out Func4=Out Func3=Out
Func2=Out Func1=In Func0=In
// State7=1 State6=1 State5=1 State4=1 State3=1 State2=1
State1=T State0=T
PORTD=0xFC;
DDRD=0xFC;
```

```
// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 0 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC0 output: Disconnected
TCCR0=0x00;
TCNT0=0x00;
OCR0=0x00;
```

```
// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
```

```
// Clock value: Timer1 Stopped
// Mode: Normal top=0xFFFF
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x00;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;
```

```
// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer2 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC2 output: Disconnected
ASSR=0x00;
TCCR2=0x00;
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;
```

```
// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
// INT2: Off
MCUCR=0x00;
```

```
MCUCSR=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x00;

// USART initialization
// Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity
// USART Receiver: Off
// USART Transmitter: On
// USART Mode: Asynchronous
// USART Baud Rate: 9600
UCSRA=0x00;
UCSRB=0x08;
UCSRC=0x86;
UBRRH=0x00;
UBRRL=0x19;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;

// ADC initialization
// ADC disabled
ADCSRA=0x00;

// SPI initialization
// SPI Type: Master
// SPI Clock Rate: 1000,000 kHz
// SPI Clock Phase: Cycle Start
// SPI Clock Polarity: Low
// SPI Data Order: MSB First
SPCR=0x50;
SPSR=0x00;
```



```

// TWI initialization
// TWI disabled
TWCR=0x00;

// Alphanumeric LCD initialization
// Connections are specified in the
// Project|Configure|C Compiler|Libraries|Alphanumeric LCD
menu:
// RS - PORTC Bit 0
// RD - PORTC Bit 1
// EN - PORTC Bit 2
// D4 - PORTC Bit 4
// D5 - PORTC Bit 5
// D6 - PORTC Bit 6
// D7 - PORTC Bit 7
// Characters/line: 16
lcd_init(20);

lcd_gotoxy(5,0);
lcd_putsf("MINI PLANT");
lcd_gotoxy(3,1);
lcd_putsf("PEMURNIAN GARAM");
lcd_gotoxy(9,2);
lcd_putsf("1.0");
delay_ms(1000);
lcd_clear();

while (1)
{
    lcd_gotoxy(0,3);
    lcd_putsf("-DOA IBU MENYERTAI -");
    x = pembacaan_sensor();
    y = pembacaan_sensor2();
    sprintf(strketinggian,"%3d", x);
    lcd_gotoxy(13,0);
    lcd_putsf("cm");

```

```

lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("level=");
sprintf(strketinggian2,"%3d", y);
lcd_gotoxy(13,1);
lcd_putsf("cm");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("level2=");
lcd_gotoxy(7,1);
lcd_puts(strketinggian);
lcd_gotoxy(7,0);
lcd_puts(strketinggian2);

```

```

PORTB.4=0;
result=(unsigned) spi(0)<<8;
result|=spi(0);
PORTB.4=1;
result=(unsigned) (((unsigned long) result*5000)/4096L);
sprintf(lcd_buffer,"suhu=%3u.%2u %cC",result/40,(result-
(40*(result/40)))*10/4,0xDF);
lcd_gotoxy(0,2);lcd_puts(lcd_buffer);

```

```

aksi();
if(y==13){
l5+=1; }
if (x==11){
l6+=1 ; }
if (y<13&&l6==0&&l5==0)
{
PORTD.4=0;
}
else PORTD.4=1;
if (x<11&&l5>=1&&l6==0)
{
PORTD.5=0;
}
else PORTD.5=1;

```

```

    if (l6>=1){
        aksi2();}
    if (result/40<100){
        PORTA.1=0;
    }
    else PORTA.1 =1;
    printf("18/07/2017,10:00,");
    printf("%4u\n",result/40);
    }
}

```

```

unsigned char pembacaan_sensor2(){
    count2=0;
    PORTB.1=1;//inisialisasi sensor
    delay_us(10);
    PORTB.1=0;
    delay_us(10);
    PORTB.1=1;
    while (PINB.0==0){ };
    while (PINB.0==1)
    {
        count2++;//delay_us(58);
    }
    ketinggian2=(23-(count2*0.043332));
    delay_ms(400);
    return ketinggian2;
}

```

LAMPIRAN B

DATASHEET ATMEGA 8535

Features

- High-performance, Low-power AVR[®] 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 130 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- Nonvolatile Program and Data Memories
 - 8K Bytes of In-System Self-Programmable Flash
 - Endurance: 10,000 Write/Erase Cycles
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - 512 Bytes EEPROM
 - Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
 - 512 Bytes Internal SRAM
 - Programming Lock for Software Security
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Four PWM Channels
 - 8-channel, 10-bit ADC
 - 8 Single-ended Channels
 - 7 Differential Channels for TQFP Package Only
 - 2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 10x, or 200x for TQFP Package Only
 - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated RC Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby and Extended Standby
- I/O and Packages
 - 32 Programmable I/O Lines
 - 40-pin PDIP, 44-lead TQFP, 44-lead PLCC, and 44-pad QFN/MLF
- Operating Voltages
 - 2.7 - 5.5V for ATmega8535L
 - 4.5 - 5.5V for ATmega8535
- Speed Grades
 - 0 - 8 MHz for ATmega8535L
 - 0 - 16 MHz for ATmega8535



**8-bit AVR[®]
Microcontroller
with 8K Bytes
In-System
Programmable
Flash**

**ATmega8535
ATmega8535L**

2502K-AVR-10/06





Table 25. Overriding Signals for Alternate Functions in PA3..PA0

Signal Name	PA3/ADC3	PA2/ADC2	PA1/ADC1	PA0/ADC0
PUOE	0	0	0	0
PUOV	0	0	0	0
DDOE	0	0	0	0
DDOV	0	0	0	0
PVOE	0	0	0	0
PVOV	0	0	0	0
DIEOE	0	0	0	0
DIEOV	0	0	0	0
DI	–	–	–	–
AIO	ADC3 INPUT	ADC2 INPUT	ADC1 INPUT	ADC0 INPUT

Alternate Functions Of Port B The Port B pins with alternate functions are shown in Table 26.

Table 26. Port B Pins Alternate Functions

Port Pin	Alternate Functions
PB7	SCK (SPI Bus Serial Clock)
PB6	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output)
PB5	MOSI (SPI Bus Master Output/Slave Input)
PB4	\overline{SS} (SPI Slave Select Input)
PB3	AIN1 (Analog Comparator Negative Input) OC0 (Timer/Counter0 Output Compare Match Output)
PB2	AIN0 (Analog Comparator Positive Input) INT2 (External Interrupt 2 Input)
PB1	T1 (Timer/Counter1 External Counter Input)
PB0	T0 (Timer/Counter0 External Counter Input) XCK (USART External Clock Input/Output)

The alternate pin configuration is as follows:

- **SCK – Port B, Bit 7**

SCK: Master Clock output, Slave Clock input pin for SPI channel. When the SPI is enabled as a Slave, this pin is configured as an input regardless of the setting of DDB7. When the SPI is enabled as a Master, the data direction of this pin is controlled by DDB7. When the pin is forced by the SPI to be an input, the pull-up can still be controlled by the PORTB7 bit.

- **MISO – Port B, Bit 6**

MISO: Master Data input, Slave Data output pin for SPI channel. When the SPI is enabled as a Master, this pin is configured as an input regardless of the setting of DDB6. When the SPI is enabled as a Slave, the data direction of this pin is controlled by DDB6. When the pin is forced by the SPI to be an input, the pull-up can still be controlled by the PORTB6 bit.

- **MOSI – Port B, Bit 5**

MOSI: SPI Master Data output, Slave Data input for SPI channel. When the SPI is enabled as a Slave, this pin is configured as an input regardless of the setting of DDB5. When the SPI is enabled as a Master, the data direction of this pin is controlled by DDB5. When the pin is forced by the SPI to be an input, the pull-up can still be controlled by the PORTB5 bit.

- **SS – Port B, Bit 4**

SS: Slave Select input. When the SPI is enabled as a Slave, this pin is configured as an input regardless of the setting of DDB4. As a Slave, the SPI is activated when this pin is driven low. When the SPI is enabled as a Master, the data direction of this pin is controlled by DDB4. When the pin is forced by the SPI to be an input, the pull-up can still be controlled by the PORTB4 bit.

- **AIN1/OC0 – Port B, Bit 3**

AIN1, Analog Comparator Negative input. Configure the port pin as input with the internal pull-up switched off to avoid the digital port function from interfering with the function of the Analog Comparator.

OC0, Output Compare Match output: The PB3 pin can serve as an external output for the Timer/Counter0 Compare Match. The PB3 pin has to be configured as an output (DDB3 set (one)) to serve this function. The OC0 pin is also the output pin for the PWM mode timer function.

- **AIN0/INT2 – Port B, Bit 2**

AIN0, Analog Comparator Positive input. Configure the port pin as input with the internal pull-up switched off to avoid the digital port function from interfering with the function of the Analog Comparator.

INT2, External Interrupt Source 2: The PB2 pin can serve as an external interrupt source to the MCU.

- **T1 – Port B, Bit 1**

T1, Timer/Counter1 Counter Source.

- **T0/XCK – Port B, Bit 0**

T0, Timer/Counter0 Counter Source.

XCK, USART External Clock. The Data Direction Register (DDB0) controls whether the clock is output (DDB0 set) or input (DDB0 cleared). The XCK pin is active only when the USART operates in synchronous mode.

Table 27 and Table 28 relate the alternate functions of Port B to the overriding signals shown in Figure 26 on page 57. SPI MSTR INPUT and SPI SLAVE OUTPUT constitute the MISO signal, while MOSI is divided into SPI MSTR OUTPUT and SPI SLAVE INPUT.

**Table 27.** Overriding Signals for Alternate Functions in PB7..PB4

Signal Name	PB7/SCK	PB6/MISO	PB5/MOSI	PB4/SS
PUOE	SPE • MSTR	SPE • MSTR	SPE • MSTR	SPE • MSTR
PUOV	PORTB7 • PUD	PORTB6 • PUD	PORTB5 • PUD	PORTB4 • PUD
DDOE	SPE • MSTR	SPE • MSTR	SPE • MSTR	SPE • MSTR
DDOV	0	0	0	0
PVOE	SPE • MSTR	SPE • MSTR	SPE • MSTR	0
PVOV	SCK OUTPUT	SPI SLAVE OUTPUT	SPI MSTR OUTPUT	0
DIOE	0	0	0	0
DIOV	0	0	0	0
DI	SCK INPUT	SPI MSTR INPUT	SPI SLAVE INPUT	SPI SS
AIO	–	–	–	–

Table 28. Overriding Signals for Alternate Functions in PB3..PB0

Signal Name	PB3/OC0/AIN1	PB2/INT2/AIN0	PB1/T1	PB0/T0/XCK
PUOE	0	0	0	0
PUOV	0	0	0	0
DDOE	0	0	0	0
DDOV	0	0	0	0
PVOE	OC0 ENABLE	0	0	UMSEL
PVOV	OC0	0	0	XCK OUTPUT
DIOE	0	INT2 ENABLE	0	0
DIOV	0	1	0	0
DI	–	INT2 INPUT	T1 INPUT	XCK INPUT/T0 INPUT
AIO	AIN1 INPUT	AIN0 INPUT	–	–

Alternate Functions of Port C The Port C pins with alternate functions are shown in Table 29.

Table 29. Port C Pins Alternate Functions

Port Pin	Alternate Function
PC7	TOSC2 (Timer Oscillator Pin 2)
PC6	TOSC1 (Timer Oscillator Pin 1)
PC1	SDA (Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line)
PC0	SCL (Two-wire Serial Bus Clock Line)

The alternate pin configuration is as follows:

- TOSC2 – Port C, Bit 7

LAMPIRAN C

DATASHEET ULTRASONIC HC-SR04



Tech Support: services@elecfreaks.com

Ultrasonic Ranging Module HC - SR04

Product features:

Ultrasonic ranging module HC - SR04 provides 2cm - 400cm non-contact measurement function, the ranging accuracy can reach to 3mm. The modules includes ultrasonic transmitters, receiver and control circuit. The basic principle of work:

- (1) Using IO trigger for at least 10us high level signal,
- (2) The Module automatically sends eight 40 kHz and detect whether there is a pulse signal back.
- (3) IF the signal back, through high level , time of high output IO duration is the time from sending ultrasonic to returning.

Test distance = (high level time × velocity of sound (340M/S) / 2,

Wire connecting direct as following:

- 5V Supply
- Trigger Pulse Input
- Echo Pulse Output
- 0V Ground

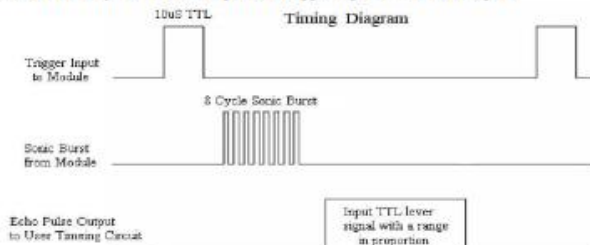
Electric Parameter

Working Voltage	DC 5 V
Working Current	15mA
Working Frequency	40Hz
Max Range	4m
Min Range	2cm
Measuring Angle	15 degree
Trigger Input Signal	10uS TTL pulse
Echo Output Signal	Input TTL lever signal and the range in proportion
Dimension	45*20*15mm



Timing diagram

The Timing diagram is shown below. You only need to supply a short 10uS pulse to the trigger input to start the ranging, and then the module will send out an 8 cycle burst of ultrasound at 40 kHz and raise its echo. The Echo is a distance object that is pulse width and the range in proportion. You can calculate the range through the time interval between sending trigger signal and receiving echo signal. Formula: $\mu\text{s} / 58 = \text{centimeters}$ or $\mu\text{s} / 148 = \text{inch}$; or: the range = high level time * velocity (340M/S) / 2; we suggest to use over 60ms measurement cycle, in order to prevent trigger signal to the echo signal.



LAMPIRAN D

SPESIFIKASI ALAT

➤ Karakteristik alat :

1. Range : 0 – 12 Cm
2. Span : 12 Cm
3. Resolusi : 1 Cm
4. Akurasi : 97%

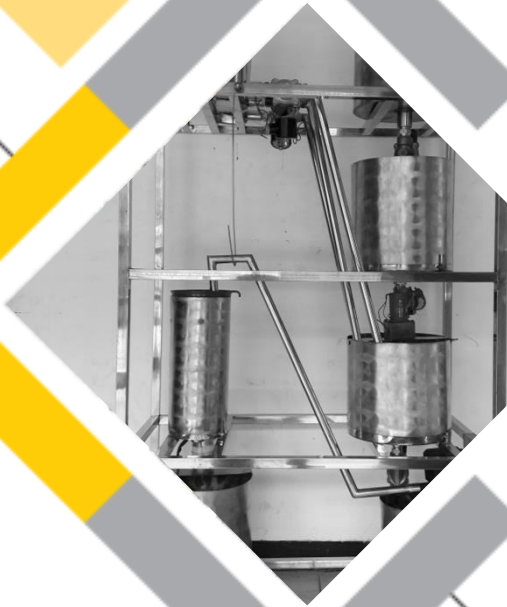
➤ Dimensi :

1. Rangka : 1,5 m × 1 m
2. Tangki Garam : 37 cm × 20 cm
3. Tangki Pencampuran : 25 cm × 23cm
4. Tangki Penampungan : 21cm × 23cm
5. Solenoid : ¾ inch

➤ Kapasitas

1. Tangki Garam : 3kg
2. Tangki Pencampuran : 4 L
3. Tangki Penampungan : 6 L

LAMPIRAN E
MANUAL BOOK



Manual Book

Plant Pemurnian Garam

Daftar Isi

1. Penjelasan Alat	2
2. Tata Letak Alat	4
3. Komponen	5
4. Prosedur Penggunaan	6

Penjelasan Alat

Deskripsi Alat

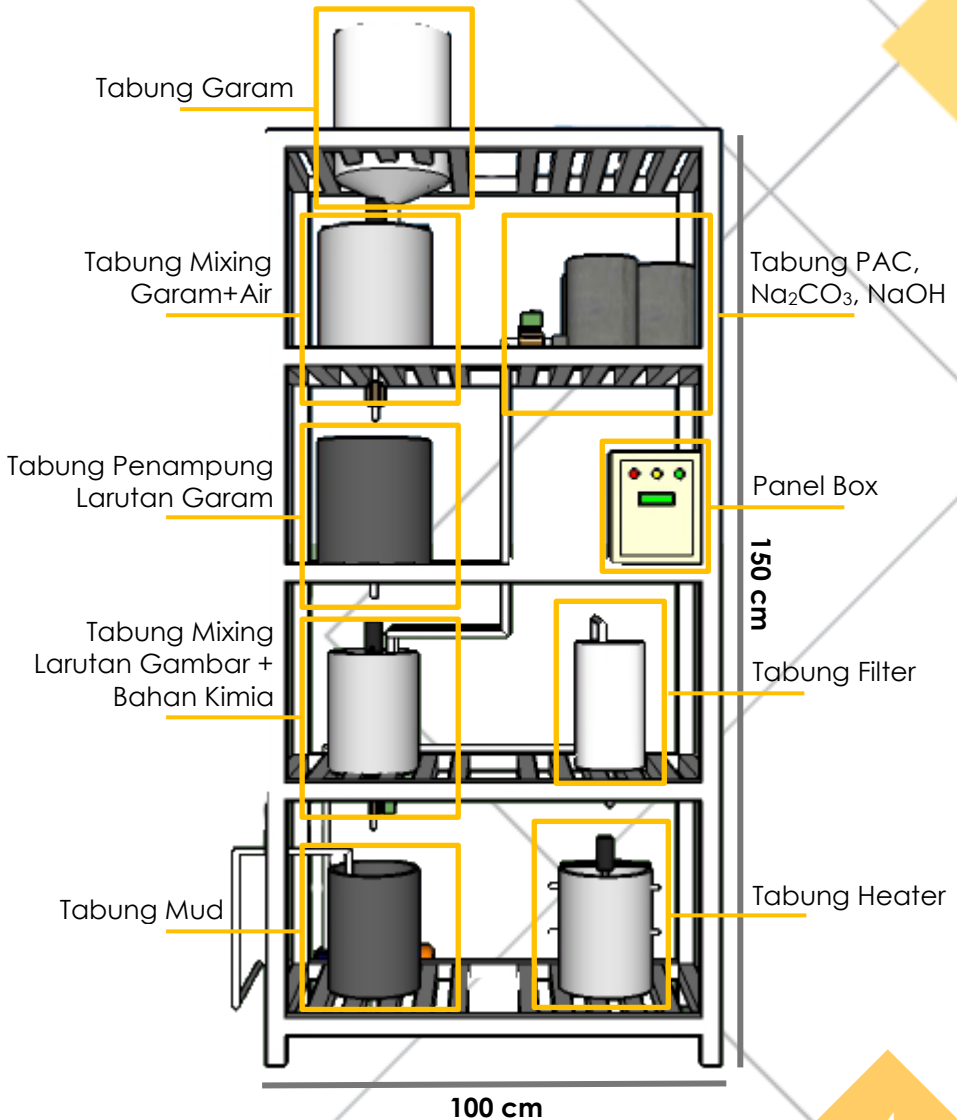
Sistem penggaraman rakyat hingga saat ini hanya melalui proses kristalisasi total, sehingga kualitasnya tidak cukup baik karena kadar NaCl-nya kurang dari 90%, dan banyak mengandung zat pengotor. Sistem pemurnian garam ini mampu memurnikan garam menjadi 97% dengan kandungan zat pengotor sebesar 0,06%.

Cara Kerja

Pertama, garam krosok dicampur air dengan perbandingan 3:10. Setelah itu larutan garam dicampur dengan bahan-bahan kimia yaitu PAC, Na_2CO_3 , dan NaOH, untuk mengikat zat pengotor dan meningkatkan kualitas garam itu sendiri. Kemudian dilakukan proses pengendapan agar zat pengotor dapat mengendap sehingga akan didapatkan larutan garam yang hampir jernih. Proses selanjutnya dilakukan penyaringan agar didapatkan larutan garam yang benar-benar jernih dan pada tahap terakhir dilakukan proses rekristalisasi untuk mendapatkan kristal garam dengan kadar NaCl >97.



Tata Letak Alat



Komponen

1. Solenoid Valve $\frac{3}{4}$ "	2 Buah
2. Solenoid Valve $\frac{1}{2}$ "	4 Buah
3. Heater	1 Buah
4. Motor 24V DC	4 Buah
5. Pompa Aquarium	2 Buah
6. Sensor Ultrasonik HC-SR 04	2 Buah
7. Sensor Thermocouple Tipe K	1 Buah
8. Modul Max 6675	1 Buah
9. Mikrokontroler Atmega8535	1 Buah
10. Raspberry Pi 3	1 Buah
11. Relay 16 Channel	1 Buah
12. Relay 4 Channel	1 Buah
13. Power Supply 24V	1 Buah
14. Power Supply 12V	1 Buah
15. Power Supply 5V	1 Buah
16. LCD 4x20	1 Buah

Prosedur Operasional

Untuk mengaktifkan mini plant pemurnian garam rakyat ini perlu diperhatikan tata cara operasionalnya, yaitu sebagai berikut :

1. Pastikan semua wiring rangkaian sudah terpasang dengan baik dan benar.
2. Pastikan semua sensor dan aktuator sudah terhubung dengan mikrokontroler Atmega8535.
3. Pastikan Raspberry Pi 3 dengan mikrokontroler ATmega8535 sudah terhubung.
4. Tarik kable ground ke tanah dan masukan ke tanah.
5. Hubungkan kabel power ke stopcontact.
6. Hubungkan kabel power Raspberry Pi ke stopcontact.
7. Nyalakan plant pemurnian garam rakyat dengan menekan tombol limit switch.
8. Lihat pada LCD dan smathphone apakah sistem dapat bekerja dengan baik dan benar.

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya pada tanggal 11 Juli 1996 dengan diberi nama Alam Firmansyah Putra Wardhana. Pada saat ini penulis bertempat tinggal di brigjen katamso no. 27, kepuh kiriman, waru, Sidorajo, Jawa Timur. Pada tahun 2008, penulis telah menyelesaikan pendidikan dasar selama 6 tahun di SDN Gayungan II Surabaya. Pada tahun 2011, penulis telah menyelesaikan pendidikan tingkat menengah pertama di SMP Negeri 21 Surabaya selama 3 tahun. Pada tahun 2014, penulis telah menyelesaikan pendidikan tingkat menengah atas di SMA 17 Agustus 1945 Surabaya selama 3 tahun. Pada tahun 2017 ini, penulis mampu menyelesaikan pendidikan Diploma di Program Studi D3 Teknik Instrumentasi, Departemen Teknik Instrumentasi, Fakultas Teknologi Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis dapat dihubungi melalui alamat email alam.firmansyah.pw@gmail.com.